

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 63047686 A

(43) Date of publication of application: 29 . 02 . 88

(51) Int. Cl

G01T 1/161

G01T 1/164

G01T 1/29

(21) Application number: 61190549

(22) Date of filing: 15 . 08 . 86

(71) Applicant: KAGAKU GIJUTSUHO  
HOSHASEN IGAKU SOGO  
KENKYUSHO

(72) Inventor: MURAYAMA HIDEO  
NOHARA ISAMASA

(54) RADIATION THREE-DIMENSIONAL POSITION  
DETECTOR

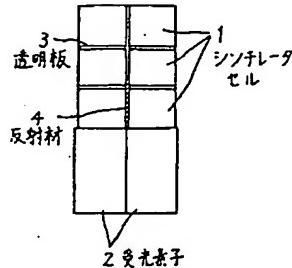
(57) Abstract:

PURPOSE: To enhance the detection sensitivity of radioactive rays, by constituting a monolithic scintillator unit by parallelly arranging two multilayer scintillators and inserting a thin transparent plate partially containing a reflecting material between both scintillators to bond all of them.

CONSTITUTION: A radiation three-dimensional position detector is constituted of multilayer scintillators each formed by laminating a plurality of scintillator cells 1 and light receiving elements 2 are optically bonded to the bottom surfaces of the multilayer scintillators. Thin transparent plates 3 are inserted between the scintillator cells 1 and partially replaced with a reflecting material 4 between the multilayer scintillators. Since all of the elements mentioned above are bonded to form a monolithic scintillator unit and two light receiving elements are respectively bonded to the bottom surfaces of the multilayer scintillators optically, difference is generated between the light path lengths from the scintillator cells emitting light to the light receiving elements and difference is generated between the output peaks of two light receiving elements corresponding to said difference.

Therefore, by taking the ratio of the output signals obtained from two light receiving elements, the detection position of radioactive rays can be judged with good accuracy.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio



## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭63-47686

⑫ Int.Cl.

G 01 T 1/161  
1/164  
1/29

識別記号

厅内整理番号  
A-8406-2G  
D-8406-2G  
C-8406-2G⑬ 公開 昭和63年(1988)2月29日  
審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 放射線3次元位置検出装置

⑮ 特願 昭61-190549

⑯ 出願 昭61(1986)8月15日

⑰ 発明者 村山秀雄 千葉県千葉市稻毛海岸5-5-23-501

⑱ 発明者 野原功全 千葉県千葉市臺町2-5-7-302

⑲ 出願人 科学技術庁放射線医学  
総合研究所

⑳ 代理人 弁理士 阿部龍吉

## 明細書

## 1. 発明の名称

放射線3次元位置検出装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 複数個のシンチレータ・セルを層状に重ね、各シンチレータ・セルと屈折率が異なる薄い透明板を各シンチレータ・セル間に挿入して多層シンチレータを形成し、該多層シンチレータ2個を並列にしてその間に一部反射材が含まれた薄い透明板を挿入しこれらを結合することによって一体のシンチレータ・ユニットとすると共に、2個の多層シンチレータが共に見込まれるシンチレータ・ユニットの一表面において2個の受光素子をそれぞれの多層シンチレータに光学結合し、前記2個の受光素子から得る出力信号で放射線を検出したシンチレータ・セルの同定を行うことを特徴とする放射線3次元位置検出装置。

(2) 前記シンチレータ・ユニットは、同じ特性のシンチレータを複数個用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の放射線3次元位置検

出装置。

(3) 前記シンチレータ・ユニットは、異なる受光波長定数をもつシンチレータを複数個用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の放射線3次元位置検出装置。

(4) シンチレータ・ユニットを複数個行列配置し、シンチレータ・ユニットより少ない数の受光素子をこれに光学結合して、各受光素子の出力信号により放射線を検出したシンチレータ・ユニットおよびシンチレータ・セルの同定を行うことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の放射線3次元位置検出装置。

(5) 放射線を検出したシンチレータ・セルの同定は、受光素子の出力信号の比をとって行うことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の放射線3次元位置検出装置。

(6) 放射線を検出したシンチレータ・セルの同定は、受光素子の出力信号の波形弁別で行うことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の放射線3次元位置検出装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、シンチレーション放射線検出器において放射線の3次元位置検出機能をもたせた放射線3次元位置検出装置に関する。

## (従来の技術)

シンチレーション放射線検出器は、入射した放射線（以下の説明において放射線とは、少なくとも電磁放射線を含む広い意味で用いられるものとする）を可視光に変換するシンチレーション現象を利用して放射線を計測する検出器である。

従来のシンチレーション放射線検出器は、第4図に示すように放射線検出素子である1個のシンチレータ・セル1-1に光電子増倍管等の受光素子1-2を光学結合することによって、シンチレータ・セル1-1内で放射線のエネルギーが変換されて発生した可視光を受光素子1-2で電気信号に変換するものである。

このようなシンチレーション放射線検出器の検出効率を向上するには、放射線の入射方向に沿って

受光素子からの出力信号を分析して深さ方向の位置を推定する。

(2) 複数個の蛍光減衰時定数が互いに異なるシンチレータ・セルを重ねて、一体のシンチレータ・ユニットを構成する。どのシンチレータが放射線を検出したかは、シンチレータ・ユニットの底面に取り付けた受光素子出力の信号波形を弁別して推定される。

## (発明が解決しようとする問題点)

今まで考慮されているシンチレータ・ユニットの深さ方向に関する放射線位置検出法では、その側面にも受光素子を必要とするために多数のシンチレータ・ユニットの密配列を妨げることや、同じ蛍光時定数をもつシンチレータ・セルがシンチレータ・ユニットの構成単位に使用できない等の問題点がある。

本発明は、上記の問題点を解決するものであって、放射線の検出感度を向上させ、さらに位置の検出感度を改善した放射線3次元位置検出装置を提供することを目的とする。

てシンチレータ・ユニットの長さ（厚み）を大きくする必要がある。しかるに、放射線の入射方向が広範囲になるに従い厚みの大きいことによる空間解像力の劣化は著しい。すなわち、放射線検出器の空間分解能は放射線の入射方向が0度のときにシンチレータ・ユニットの幅に等しい最小値をとるが、入射角度が大きくなるにつれて総面積のシンチレータ・ユニットを見込む立体角が増すため空間分解能は大きな値をとり、その最大値はほぼ $\sqrt{(\text{幅})^2 + (\text{厚み})^2}$ に等しい。この空間解像力の劣化を防ぐには、検出素子のどの深さで放射線が検出されたのかを知ることが重要となる。たとえば、深さ方向の位置分解能がシンチレータ・ユニットの幅と同程度で得られれば、放射線検出器自体の空間分解能の最大値は幅の約1.4倍程度に抑制することが可能となる。

シンチレータ・ユニットの深さ方向における放射線の位置を測定する方法を次に列記する。

(1) シンチレータ・ユニットの底面のみならず、側面にも数個の受光素子を取り付けて、これらの

## (問題点を解決するための手段)

そのために本発明の放射線3次元位置検出装置は、複数個のシンチレータ・セルを層状に重ね、該シンチレータ・セルと屈折率が異なる薄い透明板を各シンチレータ・セル間に挿入して多層シンチレータを形成し、該多層シンチレータ2個を並列にしてその間に一部反射材が含まれた薄い透明板を挿入しこれらを結合することによって一体のシンチレータ・ユニットとともに、2個の多層シンチレータが共に見込まれるシンチレータ・ユニットの一底面において2個の受光素子をそれぞれの多層シンチレータに光学結合し、前記2個の受光素子から得る2つの出力信号を分析して放射線を検出したシンチレータ・セルの同定を行うことを特徴とする。

## (作用)

本発明の放射線3次元位置検出装置では、多層シンチレータを形成する境界層は光学的不連続層となるため、多層シンチレータの底面を通過するまでの光の透過率は各シンチレータ・セルごとに

その内部の位置にかかわらずほぼ一定値となり、それらの値がシンチレータ・セルごとに大きく異なる。従って、多層シンチレータの底面に取り付けた受光素子の出力信号の波高は、発光点がどのシンチレータ・セル内であるかに大きく依存し、発光したシンチレータ・セルから各受光素子までの光路長に依存する。このため、その光路長の差に応じて2つの受光素子の出力波高に差を生じ、その差が上記光学的情報によって増強される。以上で述べた効果により、2つの受光素子の出力信号は容易に分析可能となり、精度の良い位置の弁別が行える。

## (実施例)

以下、図面により本発明を詳しく説明する。

第1図は本発明の放射線3次元位置検出装置の1実施例を説明するための図である。本発明の放射線3次元位置検出装置は、第1図に示したように、複数のシンチレータ・セル1を積層にして多層シンチレータとし、この多層シンチレータの底面にそれぞれ受光素子2を光学結合する。また、

ニットとし、2個の受光素子をそれぞれの多層シンチレータの底面に光学結合するので、発光したシンチレータ・セルから各受光素子までの光路長に差を生じ、その差に応じて2つの受光素子の出力波高に差が起きる。この出力波高の差は上記光学的情報によって増強される。従ってこの2個の受光素子から得た出力信号の比をとることにより、発光量の大小にかかわらず放射線がどのシンチレータ・セル内で検出されたのかを容易にしかも精度良く判定することが可能となる。

第2図はシンチレータ・ユニット複数個を光学的透過板を介して積み重ねたシンチレータ・バンクの実施例を示す図である。第2図では6個の多層シンチレータ5と4個の受光素子6を用いて構成した検出器が示してあり、このようにすると受光素子の数を多層シンチレータの数に比べて少なくできる。すなわち、深さ方向の位置弁別は第1図と同じ原理で行い、どのシンチレータ・ユニットで発光したのかは見てられている2つの受光素子の出力信号の比をとることによって行う。

シンチレータ・セル1間には屈折率がシンチレータ・セル1と大きく異なる薄い透明板3を挿入し、多層シンチレータ間では一部反射材4に置き換える。

上記のように多層に重ねたシンチレータ・セル1の各境界層に屈折率がシンチレータ・セルと大きく異なる薄い透明板3を挿入することによって、多層シンチレータを形成する境界層は光学的不連続層となるため、多層シンチレータの底面を通過するまでの光の透過率は各シンチレータ・セルごとにその内部の位置にかかわらずほぼ一定値となり、それらの値がシンチレータ・セルごとに大きく異なる。従って、発光量が一定であれば多層シンチレータの底面に取り付けた受光素子2の出力信号の波高は、発光点がどのシンチレータ・セル内であるかに大きく依存し、発光したシンチレータ・セルから受光素子までの光路長に依存する。

さらに、多層シンチレータ2個を並列にして、その間に一部反射材4が含まれた薄い透明板を挿入し、これらを結合して一体のシンチレータ・ユ

ニットとし、2個の受光素子をそれぞれの多層シンチレータの底面に光学結合するので、発光したシンチレータ・セルから各受光素子までの光路長に差を生じ、その差に応じて2つの受光素子の出力波高に差が起きる。この出力波高の差は上記光学的情報によって増強される。従ってこの2個の受光素子から得た出力信号の比をとることにより、発光量の大小にかかわらず放射線がどのシンチレータ・セル内で検出されたのかを容易にしかも精度良く判定することが可能となる。

上記のようにシンチレータ・ユニット複数個を光学的透過板を介して積み重ね、シンチレータ・バンクを構成すると、このシンチレータ・バンク内では、各シンチレータ・ユニット中央の一部反射材を含む境界層が同一平面上にある。従って、このシンチレータ・ユニット数より少ない数の一対の受光素子を光学結合しても、どのシンチレータ・ユニットで放射線が検出されたのかは、これらの対になった受光素子の出力信号の比から判定できる。各シンチレータ・ユニット内におけるシンチレータ・セルの同定は、各対の受光素子にお

ける出力信号の比によって行う。

以上のように本発明による放射線検出器では、シンチレータ・ユニットの側面に受光素子を取り付ける必要がなく、しかも、同じ蛍光時定数をもつシンチレータ・セルを複数個用いてシンチレータ・ユニットを構成できる。従って、深さ方向におけるシンチレータ・セル数を増加して、放射線の位置検出精度を向上できると共に、多数のシンチレータ・ユニットの密配列が可能になり、高い検出感度が達成できる。そのため、放射線アイソotopeを利用して画像診断を行う核医学診断分野において、良好な空間解像度をもつ画像が得ることを目的として広範囲な利用が期待できる。特に、陽電子断層撮影装置用検出器として利用すれば、広い検出視野において良好な空間解像度を得ることが可能となる。

また、保健物理分野において、原子力産業における放射線管理業務の中で、体内放射線の分布測定、体内汚染の検出等に検出感度を損なわず、しかも良好な空間解像力をもつ検出器を提供できる。

さらに工業用放射線検出器としても、空間解像力を改めることから精度の高い放射線の位置測定等に利用が期待される。

#### 【発明の効果】

以上、詳しく説明したように、従来の放射線検出器では、通常、入射した放射線の位置を入射方向と垂直な2次元平面上で判定するが、本発明の放射線3次元位置検出装置では、この2次元平面上のみならず、入射方向に対しても放射線の位置が判定でき、放射線の検出感度が向上し、位置の検出精度を改善することができる。また、この放射線検出器を用いた陽電子断層撮影装置は、高解像度でしかも動態計測可能な陽電子放出アイソotopeの3次元分布像を高感度で描出できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

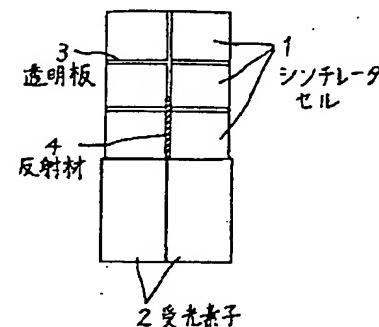
第1図は本発明の放射線3次元位置検出装置の1実施例を説明するための図、第2図はシンチレータ・ユニット複数個を光学的透過程を介して積み重ねたシンチレータ・バンクの実施例を示す図、第3図は第1図又は第2図に示す放射線検出器を

用いてリング配列型の陽電子断層撮影装置を構成した実施例を示す図、第4図は従来のシンチレーション放射線検出器を示す。

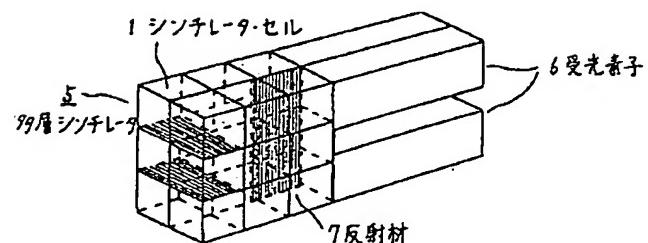
1…シンチレータ・セル、2と6…受光素子、  
3…透明板、4と7…反射材、5…多層シンチレータ。

出願人 科学技術庁放射線医学総合研究所  
代理人 弁理士 阿郎 誠吉

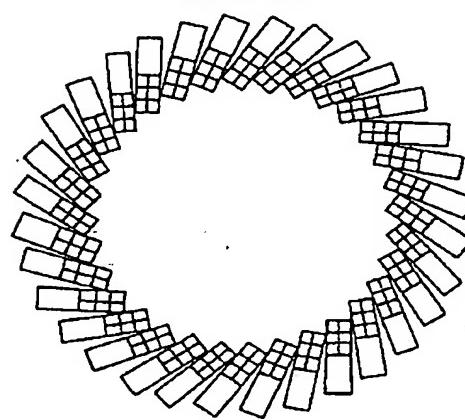
第1図



第2図



第3図



第4図

